

Парламентское собрание Союза Беларуси и России
Постоянный Комитет Союзного государства
Оперативно-аналитический центр
при Президенте Республики Беларусь
Государственное предприятие «НИИ ТЗИ»
Полоцкий государственный университет



КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Материалы XXII научно-практической конференции

(Полоцк, 16–19 мая 2017 г.)

Новополоцк
2017

УДК 004(470+476)(061.3)
ББК 32.81(4Бен+2)
К63

К63

Комплексная защита информации : материалы XXII науч.-практ. конф., Полоцк, 16–19 мая 2017 г. / Полоц. гос. ун-т ; отв. за вып. С. Н. Касанин. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2017. – 282 с.
ISBN 978-985-531-564-4.

В сборнике представлены доклады ученых, специалистов, представителей государственных органов и практических работников в области обеспечения информационной безопасности Союзного государства по широкому спектру научных направлений.

Адресуется исследователям, практическим работникам и широкому кругу читателей.

Тексты тезисов докладов, вошедших в настоящий сборник, представлены в авторской редакции.

УДК 004(470+476)(061.3)
ББК 32.81(4Бен+2)

ШИРОКОФОРМАТНЫЕ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ ЭКРАНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Л.М. ЛЫНЬКОВ, Т.А. ПУЛКО, Х.А.Э. АЙАД, А.М.А. МОХАМЕД

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники*

Предложены широкоформатные углеродсодержащие экраны с плоской формой поверхности и повышенной стойкостью к направленному воздействию высокотемпературного открытого пламени.

Для уменьшения уровня нежелательных электромагнитных излучений (ЭМИ) радиоэлектронных средств применяется экранирование. Принцип действия экранов ЭМИ основывается на процессах рассеяния и переотражения энергии электромагнитных волн, путем преобразования ее в тепловую энергию в экранирующих материалах с резистивными, диэлектрическими или магнитными потерями. Для снижения доли отраженной от экрана энергии, применяют радиопоглощающие материалы, создающие потери для распространяющейся в них электромагнитной энергии, а также подавляющие отраженные электромагнитные волны в результате взаимокompенсации волн в противофазе. Использование композиционных радиопоглощающих материалов способствует расширению частотного диапазона использования экранов ЭМИ. В качестве образующей матрицы могут использоваться пластичные полимерные связующие, керамика, упорядоченные или нетканые волокнистые материалы [1]. Чаще всего основным компонентом, взаимодействующим с электромагнитным излучением в композитах, являются проводящие, металлические, углеродные, магнитные включения в виде порошков или волокон. Для создания гибких конструкций экранов ЭМИ наиболее предпочтительным является использование тканых и волокнистых материалов.

В качестве материала основы предложено использование нетканого игольнопровивного полотна, что обусловлено его высокой гигроскопичностью и способностью, не накапливать электрический заряд. Нетканое игольнопровивное полотно на 60% состоит из полиэфирных волокон, на 20% из полипропиленовых волокон, на 10% из угольного волокна УГЦВ-1-Р. Толщина полотна составляет 6 мм, поверхностная плотность – 305 г/м². Данный материал может использоваться в качестве экранов электромагнитного излучения в виде строительных конструкций, элементов интерьера и защитной одежды. Помимо стабильных экранирующих характеристик разрабатываемых широкоформатных экранов ЭМИ, одним из важнейших требований, предъявляемых к электромагнитным экранам, является их огнестойкость. Воздействие открытого пламени может привести к необратимым трансформациям поверхности, химического состава и макроструктуры материала, изменениям экранирующих характеристик в СВЧ диапазоне.

Для выполнения требований, связанных с устойчивостью разрабатываемых экранов ЭМИ к воздействию открытого пламени, предлагается использование огнезащитного состава «АгниТерм М» с добавкой порошкообразных мелкодисперсных материалов, обладающих свойствами поглощения энергии электромагнитного излучения в широком диапазоне частот. В качестве углеродсодержащих порошкообразных наполнителей использовались технический углерод и активированный уголь. Технический углерод представляет собой высокодисперсный аморфный наноматериал с размером частиц $10^{-5} \dots 10^{-6}$ см, поверхность которых представляет собой неупорядоченный набор отдельных кристаллитов из нескольких прочных решеток атомов углерода. Активированный уголь имеет большую удельную поверхность на единицу массы, вследствие че-

го обладает высокой адсорбционной способностью. В качестве дополнительного наполнителя к каждому углеродсодержащему наполнителю использовался диоксид титана (TiO_2), характеризующийся диэлектрическими свойствами.

Для реализации поставленной цели были сформированы образцы экранов ЭМИ с площадью основания $0,6 \times 0,6 \text{ м}^2$ и плоской формы поверхности. Были приготовлены сухие смеси в соотношении 1:1, в следующих комбинациях: «активированный уголь- TiO_2 » (образец №1), «технический углерод- TiO_2 » (образец №2). В качестве пластификатора в составе композиционного покрытия использовался клей ПВА, который добавлялся в соотношении 1:2 в состав «Агнитерма». После замеса связующего материала с сухими смесями, композиционные покрытия были нанесены на поверхность нетканого иглопробивного полотна толщиной 0,3 мм. Измерение экранирующих характеристик проводилось на автоматизированном измерителе модуля коэффициентов передачи и отражения SNA 0.01-18 в диапазоне частот 0,7...3,0 ГГц.

Результаты измерений разработанных гибких конструкций экранов ЭМИ на основе углеродсодержащих порошковых материалов показали, что образец экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси «активированный уголь- TiO_2 » позволяет получить значение коэффициента передачи в диапазоне частот 0,7...3,0 ГГц порядка -0,1...-2,9 дБ при коэффициенте отражения ЭМИ -5,0...-23,0 дБ (-1,0...-4,0 дБ в режиме короткого замыкания). С ростом частоты в диапазоне 2...17 ГГц наблюдается увеличение коэффициента передачи ЭМИ до -7,0 дБ. При этом коэффициент отражения ЭМИ в режиме короткого замыкания находится в пределах -4,0...-9,0 дБ. Для образца экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси «технический углерод- TiO_2 » характерен коэффициент передачи -1,0...-2,6 дБ при коэффициенте отражения -5,0...-10,0 дБ (-1,0...-3,0 дБ в режиме короткого замыкания). В диапазоне частот 2...17 ГГц наблюдается увеличение коэффициента передачи до -6,0 дБ при коэффициенте отражения -2,0...-10,0 дБ (-4,0...-12,0 дБ в режиме короткого замыкания).

В ходе исследования воздействия высокотемпературного открытого пламени на образцы определялось время сквозного прогорания образцов. Испытания проводились в соответствии с Нормами пожарной безопасности Республики Беларусь [2]. Высоту пламени ($+1700^\circ\text{C}$) регулировали вентилем, и в вертикальном положении горелки она составляла $(40 \pm 2) \text{ мм}$. На рис.1 приведены фотографии состояния поверхности образцов в результате эксперимента. Как показали результаты исследований, время сквозного прогорания для образца экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси «технический углерод- TiO_2 » составляло порядка 35 с, а для образца экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси «активированный уголь- TiO_2 » наблюдалось образование кокса в течении 60 с без прогорания нетканого иглопробивного полотна основы.



Рис. 1 – Фрагменты образцов широкоформатных углеродсодержащих экранов ЭМИ после воздействия открытого пламени: *а* – лицевая (оборотная) сторона экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси «активированный уголь- TiO_2 »; *б* – лицевая (оборотная) сторона экрана ЭМИ на основе углеродсодержащей смеси «технический углерод- TiO_2 »

В результате проведённой работы получены экранирующие характеристики (коэффициент передачи, коэффициент отражения ЭМИ) образцов после воздействия высокотемпературного пламени (рис.2).

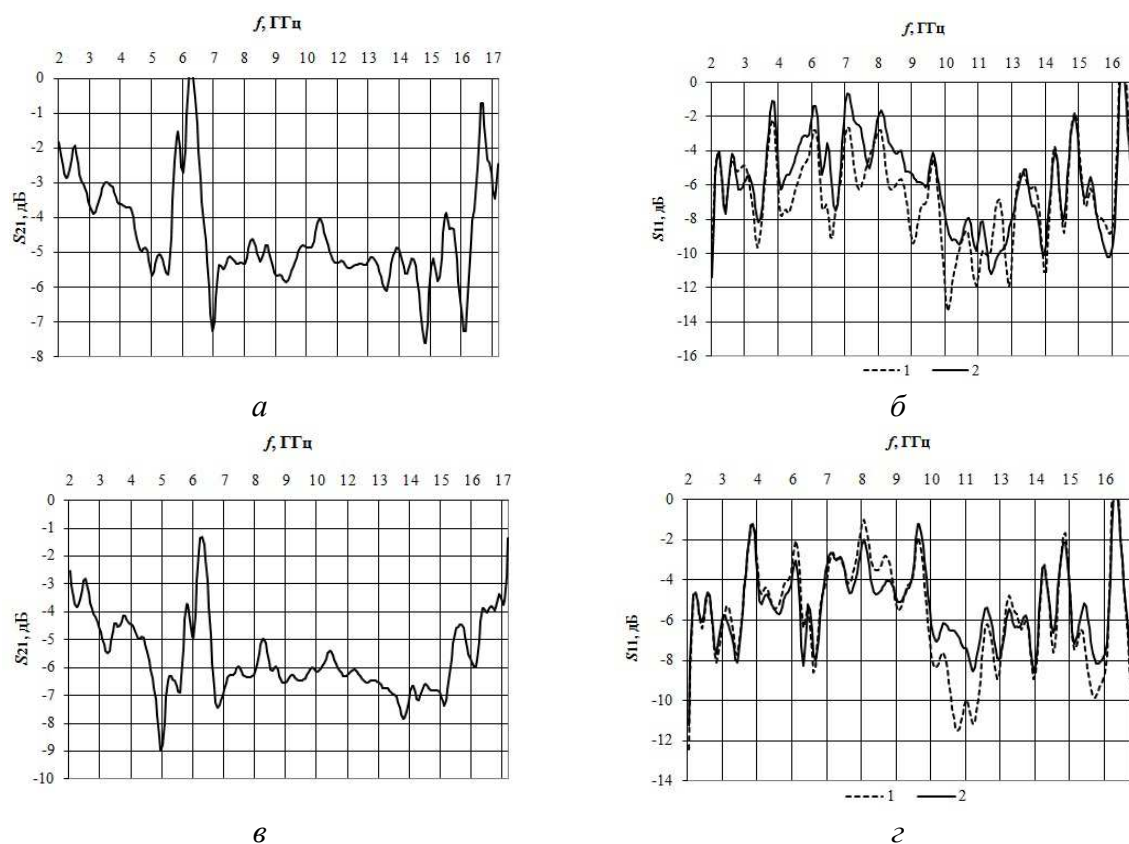


Рис. 2 – Частотная зависимость экранирующих характеристик образцов широкоформатных углеродсодержащих экранов ЭМИ после воздействия высокотемпературного пламени в частотном диапазоне 2...17,0 ГГц: а, б – на основе углеродсодержащей смеси «активированный уголь-TiO₂»; в, г – на основе углеродсодержащей смеси «технический углерод-TiO₂»

Как показал рентгеноструктурный анализ, при воздействии высокотемпературного пламени на поверхность разработанных образцов экранов ЭМИ, входящий в состав каждого образца, углеродсодержащий порошкообразный компонент (активированный уголь, технический углерод) переходит в аморфную фазу. В результате чего на поверхности образцов в составе покрытия образуется дополнительное количество рутила (TiO₂), который образует кокс, предотвращая прогорание нетканого полотна. На основании полученных частотных зависимостей экранирующих характеристик было установлено, что разработанный состав покрытий обеспечивает стабильность экранирующих характеристик и устойчивость к прогоранию образцов.

Список литературы

1. Ruddick, W. Tech Service: Carbon black dispersion measurement / W. Ruddick // Rubber World. – 2006. – Vol. 233, № 4. – P. 15.
2. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость. – Москва: Изд. Минстрой России, 1996. – 33 с.